



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Gebrauchsmuster
⑯ DE 296 00 866 U 1

⑮ Int. Cl. 6:
H 01 F 7/18
H 01 H 47/22

⑯ Aktenzeichen: 296 00 866.4
⑯ Anmeldetag: 19. 1. 96
⑯ Eintragungstag: 7. 3. 96
⑯ Bekanntmachung im Patentblatt: 18. 4. 96

DE 296 00 866 U 1

⑯ Inhaber:
Festo KG, 73734 Esslingen, DE

⑯ Vertreter:
Patentanwälte Magenbauer, Reimold, Vetter & Abel,
73728 Esslingen

⑯ Schaltungsanordnung zur Steuerung von Magnetventilen

DE 296 00 866 U 1

19.01.96

29.12.1995

G17 304- retal

Festo KG , 73734 Esslingen

Schaltungsanordnung zur Steuerung von Magnetventilen

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Steuerung von Magnetventilen oder anderen Elektromagnetenordnungen, mit einem während eines vorgebbaren Zeitintervalls ab dem Beginn eines Schaltsignals für das Magnetventil dessen Magnetspule mit einem hohen Nominalstrom als Anzugsstrom beaufschlagenden Zeitglied, und mit einer Stromtakteinrichtung zur Erzeugung eines durch Taktung verringerten Haltestroms nach diesem Zeitintervall.

Insbesondere wenn Magnetventile bzw. Magnetspulen zu Ventilgruppen zusammengefaßt sind, treten besonders im Dauerbetrieb Wärme Probleme auf, da sich die dicht gepackten Spulen gegenseitig aufheizen und die nutzbare Oberfläche zur Wärmeabstrahlung reduziert ist. Kommt dann noch die Verlustwärme der Kontroll- und Steuerelektronik hinzu, so besteht die Gefahr, daß die zulässigen Temperaturgrenzen der Magnetventile bzw. Magnetspulen erreicht oder überschritten werden. Andererseits geht

296008 66

19.01.96

eine Reduzierung der Spulenleistung und eine Vergrößerung der Vorsteuerstufen negativ in das Schaltverhalten der Magnetventile ein. Eine Reduzierung der zulässigen maximalen Umgebungstemperatur engt die Einsatzgebiete ein und wird vom Markt nicht akzeptiert. Das gleiche gilt für eine aktive Kühlung durch Gebläse.

Eine elektronische Stromabsenkung, die beispielsweise aus der DE 3741619 bekannt ist, verbleibt somit als einzige Möglichkeit, die notwendige mechanische Kraft weiterhin aufzubringen, und gleichzeitig die Verlustwärme des Magnetventils zu senken. Das Prinzip der Stromabsenkung beruht darauf, daß während der Anzugsphase eine Hochstromphase (Nominalstrom) die notwendige mechanische Anzugskraft garantiert, um die neue angestrebte Ventilstellung zu erreichen. Ist die neue Endlagenposition erreicht, wird der Strom auf ein Niveau abgesenkt, das noch das Beibehalten der erreichten Stellung in jedem Fall garantiert.

Bei der bekannten Schaltungsanordnung wird zur Herabsetzung des Nominalstroms dieser mit konstantem Taktverhältnis und konstanter Frequenz getaktet. Da jedoch der Spulenwiderstand, die Spuleninduktivität, die Streukapazität, die Versorgungsspannung, Bauteiletoleranzen und Alterungseffekte in das Betriebsverhalten stark eingehen, kann kein genauer Arbeitspunkt eingehalten werden, und der Haltestrom muß immer noch so hoch gewählt werden, daß er auch bei ungünstigster Kombination der Einflüsse noch

296008 66

19.01.96

ausreicht. Hierdurch entsteht immer noch eine unnötig hohe Verlustleistung und eine entsprechende Wärmeentwicklung. Auch bei anderen bekannten Verfahren durch Vorschaltwiderstände entsteht unerwünschte Verlustleistung. Bekannt ist auch eine zentral gesteuerte Taktung der zu Ventilgruppen zusammengefaßten Magnetventile. Das gleichzeitige Schalten aller Spulen verursacht unerwünschte hochfrequente Störungen, die auf den Leitungen abgestrahlt werden.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, eine Absenkung des Haltestroms auf einen exakteren Wert zu erreichen, der weitgehend unabhängig von Bauteiletoleranzen und Parasitäreffekten ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Strommeßeinrichtung zu Erfassung des Spulenstroms vorgesehen ist, und daß die Stromtakteinrichtung eine Pulsweiten-Regeleinrichtung für den getakteten Haltestrom aufweist, die den Haltestrom durch Regelung des Puls-Pausenverhältnisses in Abhängigkeit des erfaßten Spulenstroms auf einen vorgebbaren Wert absenkt.

Durch die erfindungsgemäße Regelung des Spulstroms auf einen vorgebbaren Wert wird dieser auch beispielsweise bei Veränderung der Versorgungsspannung oder bei Alterungserscheinungen der beteiligten Bauelemente sicher erreicht. Er kann daher so niedrig gewählt werden, daß die erreichte Ventilstellung gerade noch beibehalten wird. Hierdurch kann die Verlustwärme deut-

296008 66

19.01.98

lich reduziert werden. Darüber hinaus ist ein erweiterter Betriebsspannungsbereich möglich, wobei die Betriebsspannung sogar verändert werden kann, ohne daß sich dies auf den Haltestrom auswirkt. Da jedes Magnetventil seinen eigenen Taktgenerator mit geringen Frequenzabweichungen hat, und das Impuls-Pausenverhältnis individuell geregelt wird, werden gleichzeitige Schaltflanken vermieden, die zu hochfrequenten Störungen führen könnten.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Schaltungsanordnung möglich.

Der vorgebbare Wert des Haltestroms wird vorzugsweise als vorgebarer Prozentwert des Nominalstroms festgelegt. Dabei beträgt dieser Prozentwert insbesondere 30 bis 40%.

Um den Strom durch die Magnetspule zu takten, steuert die Stromtakteinrichtung zweckmäßigerweise einen in Reihe zur Magnetspule geschalteten Halbleiterschalter. Dabei enthält die Stromtakteinrichtung in einer vorteilhaften Ausführungsform einen Frequenzgenerator mit vorzugsweise fester Taktfrequenz, der insbesondere als Sägezahngenerator ausgebildet ist.

Zur Regelung des Puls-Pausenverhältnisses ist in einer vorteilhaften Ausgestaltung ein ausgangsseitig die Steuertaktfolge für den Halbleiterschalter vorgebender Komparator vorgesehen,

296008 66

19.01.96

dessen erster Eingang mit dem Ausgang des Frequenzgenerators und dessen zweiter Eingang mit einem vom erfaßten Spulenstrom abhängigen Signal beaufschlagt ist. Eine leichte Einstellbarkeit des Puls-Pausenverhältnisses wird dadurch erreicht, daß das vom Spulenstrom abhängige Signal das Ausgangssignal eines Differenzverstärkers ist, an dessen erstem Eingang das Meßsignal des Spulenstroms und an dessen zweitem Eingang ein Sollwertsignal anliegt, durch das beispielsweise das Puls-Pausenverhältnis im Nominalbetrieb auf 50% festgelegt werden kann, so daß ein optimaler Regelspielraum garantiert ist. Der erste Eingang ist dabei zweckmäßigerweise der invertierende Eingang.

Als Strommeßeinrichtung eignet sich ein Shuntwiderstand, durch den ebenfalls ein Puls-Pausenverhältnis für den Nominalbetrieb vorgewählt werden kann. Durch entsprechende Anpassung des Shuntwertes kann dieser Shuntwiderstand für jede Spulengröße verwendet werden.

Eine erste vorteilhafte Möglichkeit zur Einstellung des hohen Anzugsstroms während des vorgebbaren Zeitintervalls besteht dadurch, daß das Zeitglied einen parallel zum Shuntwiderstand geschalteten Schalter während des vorgebbaren Zeitintervalls schließt. Dadurch ist die Stromtakteinrichtung während dieses vorgebbaren Zeitintervalls außer Funktion. Eine andere vorteilhafte Möglichkeit besteht darin, daß das Zeitglied den in Reihe zur Magnetspule geschalteten Halbleiterschalter direkt

296008 66

19.01.96

während des vorgebbaren Zeitintervalls schließt.

Bei immer kleineren Magnetventilen und damit auch kleineren Spulenströmen erreicht oder übertrifft der Betriebsstrom der obligatorischen Zustandsanzeige, die häufig durch Leuchtdioden realisiert wird, häufig die Größe des Spulenstroms. Hier ist noch eine weitere vorteilhafte Möglichkeit der zusätzlichen Wärmeeinsparung gegeben, indem parallel zur Magnetspule eine Leuchtdiode (Led) geschaltet ist. Wird die Magnetspule abgeschaltet, so entsteht eine Induktionsspannung, die üblicherweise durch Freilaufdioden begrenzt wird, d.h., der Energieinhalt der Magnetspule wird durch die Freilaufdiode vernichtet. Durch die Leuchtdiode in diesem Freilaupfad wird der Spulenentladestrom für die Statusanzeige verwendet, d.h., der Betrieb der Anzeige bedeutet keine zusätzliche Wärmequelle und die Spulenenergie wird dadurch praktisch zurückgewonnen. Durch die üblicherweise hohe Schaltfrequenz leuchtet die Leuchtdiode scheinbar kontinuierlich. Gleichzeitig ist die Anzeige eine Kontrolle, daß die Magnetspule tatsächlich bestromt wird, im Gegensatz zu den üblichen Anzeigen. Zweckmäßigerweise ist allerdings in Reihe zur Leuchtdiode noch eine Schutzdiode geschaltet.

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

296008 66

1000000

Fig. 1 das Schaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels,

Fig. 2 das Schaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels,

Fig. 3 ein Signaldiagramm zur Erläuterung der prinzipiellen Wirkungsweise und

Fig. 4 ein Signaldiagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise der Regelung des Puls-Pausenverhältnisses.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Reihenschaltung der Schaltstrecke eines als Mosfet ausgebildeten Halbleiterschalters 10 mit einer Magnetspule 11 und einem Shuntwiderstand 12 mit einer Versorgungsspannung V beaufschlagt. Die schematische Darstellung der Magnetspule 11 zeigt einen ohmschen und einen induktiven Anteil. Bei dieser Magnetspule 11 handelt es sich beispielsweise um die Magnetspule eines Magnetventils, jedoch kann die Magnetspule 11 auch für einen sonstigen Elektromagneten oder ein sonstiges Stellglied vorgesehen sein.

Parallel zur Reihenschaltung der Magnetspule 11 mit dem Shuntwiderstand 12 ist die Reihenschaltung einer Leuchtdiode 13 mit einer Schutzdiode 14 geschaltet. Die am Shuntwiderstand 12 abgegriffene Spannung U12 wird in einem integrierten Schaltkreis 15 dem invertierenden Eingang eines Differenzverstärkers 16 zugeführt, an dessen nicht invertierenden Eingang ein Sollwert U17 eines Sollwert-Vorgabestufe 17 angelegt ist. Der Ausgang

296008 88

3801.06

des Differenzverstärkers 16 ist mit dem nicht invertierenden Eingang eines Komparators 18 verbunden, dessen invertierendem Eingang die Sägezahnspannung U19 eines Sägezähngenerators 19 zugeführt ist. Der Ausgang des Komparators 18 ist mit einem Eingang eines UND-Gatters 20 verbunden, dessen zweiter Eingang mit einer Eingangsklemme 21 verbunden ist, an die Steuersignale U21 zum Einschalten bzw. Erregen der Magnetspule 11 angelegt werden können.

Der Ausgang des UND-Gatters 20 stellt gleichzeitig den Ausgang des integrierten Schaltkreises 15 dar und steuert einen als Schalter dargestellten Halbleiterschalter 22, der prinzipiell auch als Relais od.dgl. ausgebildet sein könnte. Durch diesen Halbleiterschalter 22 kann das Gate bzw. der Steueranschluß des Halbleiterschalters 11 mit Masse bzw. dem negativen Pol der Versorgungsspannung V verbunden werden. Die Gate-Source-Strecke des Halbleiterschalters 10 ist dabei in üblicher Weise durch einen Gate-Source-Widerstand 23 überbrückt.

Die Eingangsklemme 21 ist weiterhin an den Triggereingang eines Zeitglieds 24 angeschlossen, dessen Ausgang einen weiteren Halbleiterschalter 25 steuert, dessen Schaltstrecke parallel zu der des Halbleiterschalters 22 geschaltet ist. Das Zeitglied 24 erzeugt ab der Anstiegsflanke des Signals U21 ein Ausgangssignal U24 während eines Zeitintervalls t_1 .

Die Wirkungsweise des in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiels wird nachfolgend anhand der in den Fig. 3 und 4 dargestellten Signaldiagramme erläutert. Wie bereits erläutert,

19.01.96

wird durch die Anstiegsflanke des Schaltsignals U21 das Zeitglied 24 getriggert, so daß der Halbleiterschalter 25 durch das Ausgangssignal U24 dieses Zeitglieds 24 während des Zeitintervalls t_1 geschlossen wird. Entsprechend wird während dieses Intervalls der in Reihe zur Magnetspule 11 liegende Halbleiterschalter 10 stromleitend, und es fließt ein Strom I_{11} durch diese Magnetspule 11. Während dieses Zeitintervalls t_1 liegt dadurch eine Spannung U_{11} an der Magnetspule 11 an, die im wesentlichen der Versorgungsspannung V von beispielsweise 24 Volt entspricht. Während dieses Zeitintervalls fließt daher durch die Magnetspule 11 nach einer üblichen Stromanstiegsphase ein hoher Anzugsstrom I_a , der beispielsweise im Falle eines Magnetventils oder Elektromagneten die notwendige mechanische Kraft garantiert, um in die entsprechende Schaltstellung zu gelangen.

Nach dem Ende des Zeitintervalls wird der Halbleiterschalter 10 wieder durch Öffnen des Halbleiterschalters 25 gesperrt und der Strom I_{11} sinkt ab, bis er einen Wert I_b erreicht, der das Beibehalten der erreichten Schaltstellung des Magnetventils od.dgl. in jedem Fall garantiert. Dieser Haltestrom I_b entspricht beispielsweise 30 bis 40% des Nominalstroms I_a .

Die Erzeugung des getakteten Haltestroms wird nun anhand des in Fig. 4 dargestellten Signaldiagramms erläutert. Dieser Haltestrom wird auf einen vorgegebenen Sollwert in Abhängigkeit des durch die Magnetspule 11 fließenden Stroms geregelt. Die am

296006 66

1901.06

Differenzverstärker 16 anliegende stromabhängige Spannung U12 und die Sollwertspannung U17 werden im Differenzverstärker 16 verstärkt und invertiert, d.h., die Ausgangssignalfolge des Differenzverstärkers 16 weist eine entgegengesetzte Steigung zur Eingangssignalfolge U12 auf. Diese Spannung U16 bildet sich während der Haltestromphase als sägezahnartige Spannung aus und wird im Komparator 18 mit der Sägezahnspannung U19 des Sägezahngenerators 19 verglichen. Jeweils bei Überschreiten der Spannung U19 durch die Spannung U16 wird über den Ausgang des Komparators 18, das UND-Gatter 20 und den Halbleiterschalter 22 der Halbleiterschalter 10 leitend, so daß der Strom durch die Magnetspule 11 und damit durch den Shuntwiderstand 12 wieder ansteigt, wie aus dem Anstieg der Spannung U12 jeweils erkennbar ist. Bei Unterschreiten der Spannung U19 durch die Spannung U16 wird umgekehrt der Halbleiterschalter 10 gesperrt, so daß der Strom durch den Shuntwiderstand 12 und damit die Spannung U12 wieder abfällt, während im gleichen Zuge die Spannung U16 wieder ansteigt.

Im Signaldiagramm gemäß Fig. 4 ist nun der Fall dargestellt, daß während der dargestellten Zeitdauer zwischen 0,5 ms und 1,5 ms der Strom durch die Magnetspule 11 zunächst langsam ansteigt und dann wieder abfällt. Die Gründe hierfür können beispielsweise eine sich verändernde Versorgungsspannung V sein. Infolge des Ansteigens der sägezahnartigen Spannung U12 sinkt die sägezahnartige Spannung U16 ab. Dieses Absinken der sägezahnartigen Spannung 16 hat kürzere Einschaltintervalle des Halbleiterschalters 10 zur Folge und entsprechend kürzere Intervalle der Stromflußzeiten durch die Magnetspule 11.

296006 66

10.01.96

Die Spannung U11 an der Magnetspule 11 ist in Fig. 4 ebenfalls dargestellt und es ist erkennbar, daß die Spannung im mittleren Bereich zwar höher liegt, dagegen die Einschaltzeiten sich verkürzt haben. Dies führt zu einer Rückführung des Haltestroms Ib auf den gewünschten Sollwert trotz sich veränderter Versorgungsspannung V.

Durch eine entsprechende Anpassung des Shuntwiderstandes 12 und/oder der Sollwertspannung U17 kann die Schaltung für jede Spulengröße verwendet werden.

Die normalen Magnetspulen lassen eine Spannungstoleranz von minus 15 % plus 10 % zu. Nach unten ist das zuverlässige Schalten beispielsweise eines Ventils die Grenze, nach oben ist die zulässige Eigenerwärmung die Grenze.

Mit einer Stromabsenkung, wie oben beschrieben, können weitere Betriebsspannungsbereiche zugelassen werden. Zum Beispiel bei einer 12V-Spule und einer Betriebsspannung von 24V kann die Speisespannung von 12 Volt bis 40 Volt variieren. Die 40 Volt-Grenze ist durch die Halbleiterbauelemente gegeben. Bei entsprechender Auswahl der Bauelemente und Anpassung der Schaltung kann diese Grenze bis zu 400 Volt angehoben werden.

In den jeweiligen Abschaltphasen der Magnetspule 11 entsteht eine Induktionsspannung, die über die Leuchtdiode 13 und die Schutzdiode 14 kurz geschlossen wird. Dabei leuchtet jeweils die Leuchtdiode auf, wobei durch die übliche hohe Schaltfre-

296008 66

1001.96

quenz von beispielsweise 30 bis 40 kHz die Leuchtdiode 13 kontinuierlich leuchtend erscheint. Dies dient zur Kontrollanzeige, daß die Magnetspule tatsächlich mit einer Taktfrequenz beaufschlagt ist, also bestromt wird. Eine derartige Schaltung einer Leuchtdiode 13 in Verbindung mit einer Magnetspule 11 zur Anzeige von deren Betriebszustand kann auch unabhängig von der übrigen Schaltung in Verbindung mit anderen Schaltungen eingeschätzt werden.

Das in Figur 2 dargestellte zweite Ausführungsbeispiel entspricht weitgehend dem ersten Ausführungsbeispiel, so daß gleiche oder gleichwirkende Bauteile mit den selben Bezeichnungen versehen und nicht nochmals beschrieben sind. Der einzige Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel besteht darin, daß der Halbleiterschalter 25 und ein in Reihe dazu geschalteter Widerstand 26 jetzt parallel zum Shuntwiderstand 12 geschaltet sind.

Durch die Parallelschaltung des Shuntwiderstands 12 mit dem Widerstand 26 ist ein höherer Strom notwendig, um am Differenzverstärker 16 eine der Sollwertspannung U17 entsprechende Spannung zu erreichen, d.h., die Nominal- bzw. Hochstromphase ist während des Zeitintervalls t1 ebenfalls stromgeregt. Der Anzugstrom wird durch den Widerstandswert des Widerstands 26 beeinflußt bzw. festgelegt. Im ungeregelten Fall gemäß Fig. 1 ist der Anzugs- bzw. Hochstrom von der Versorgungsspannung und dem Spulenwiderstand abhängig. Im geregelten Falle gemäß Fig. 2 ist die Hochstromphase unabhängig

296008 66:

19.01.96

von der Versorgungsspannung.

In Abwandlung der in Fig. 1 dargestellten Schaltung können auch die beiden Halbleiterschalter 22,25 durch ein ODER-Glied ersetzt werden, dessen beiden Eingängen Ausgangsspannungen des UND-Gatters 20 und des Zeitglieds 24 zugeführt werden. Der Ausgang dieses ODER-Glieds ist dann über eine Signalverstärkeranordnung mit dem Gate des Halbleiterschalters 10 verbunden.

296008 66

19.01.96

29.12.1995

G17 304 retmh

Festo KG, 73734 Esslingen

Schaltungsanordnung zur Steuerung von Magnetventilen

A n s p r ü c h e

1. Schaltungsanordnung zur Steuerung von Magnetventilen oder anderen Elektromagnetenanordnungen mit einem während eines vorgebbaren Zeitintervalls ab dem Beginn eines Schaltsignals für das Magnetventil dessen Magnetspule mit einem hohen Nominalstrom als Anzugsstrom beaufschlagenden Zeitglied, und mit einer Stromtakteinrichtung zur Erzeugung eines durch Taktung verringerten Haltesstroms nach diesem Zeitintervall, dadurch gekennzeichnet, daß eine Strommeßeinrichtung (12) zur Erfassung des Spulenstroms vorgesehen ist, und daß die Stromtakteinrichtung (15) eine Pulsweiten-Regeleinrichtung für den getakteten Haltestrom (I_b) aufweist, die den Haltestrom durch Regelung des Puls-Pausenverhältnisses in Abhängigkeit des erfaßten Spulenstroms auf einen vorgebbaren Wert absenkt.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgebbare Wert des Haltestroms (I_b) ein vorgebbarer Prozentsatz des Nominalstroms (I_a) ist.

19.01.96

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgebbare Prozentwert 5 bis 95 % beträgt.
4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromtakteinrichtung (15) einen in Reihe zur Magnetspule (11) geschalteten Halbleiterschalter (10) steuert.
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromtakteinrichtung (15) einen Frequenzgenerator (19) mit vorzugsweise fester Taktfrequenz enthält.
6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzgenerator (19) als Sägezahngenerator ausgebildet ist.
7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein ausgangsseitig die Steuertaktfolge für den Halbleiterschalter (10) vorgebender Komparator (18) vorgesehen ist, dessen erster Eingang mit dem Ausgang des Frequenzgenerators (19) und dessen zweiter Eingang mit einem vom erfaßten Spulenstrom abhängigen Signal (U_{16}) beaufschlagt ist.
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das vom Spulenstrom abhängige Signal (U_{16})

19.01.96

das Ausgangssignal eines Differenzverstärkers (16) ist, an dessen erstem Eingang das Meßsignal (U12) des Spulenstroms und an dessen zweitem Eingang ein Sollwertsignal (U17) anliegt.

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Eingang der invertierende Eingang ist.

10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Zeitglied (24) den in Reihe zur Magnetspule (11) geschalteten Halbleiterschalter (10) während des vorgebbaren Zeitintervalls (t_1) schließt.

11. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Strommeßeinrichtung (12) ein Shuntwiderstand ist.

12. Schaltungsanordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Zeitglied (24) einen parallel zum Shuntwiderstand (12) geschalteten Schalter (25) während des Zeitintervalls (t_1) schließt.

13. Schaltungsanordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zur Regelung der Anzugsstromphase (Hochstromphase) eine aus dem Schalter (25) und einem Widerstand (26) bestehende Reihenschaltung parallel zum Shuntwiderstand (12) geschaltet ist.

296008 66

19.04.98

14. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein den getakteten Haltestrom am Ende des Schaltsignals (U21) abschaltendes Schaltelement (20,22) vorgesehen ist.
15. Schaltungsanordnung, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zur Magnetspule (11) wenigstens eine Leuchtdiode (13) geschaltet ist.
16. Schaltungsanordnung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß in Reihe zur Leuchtdiode (13) eine Schutzdiode (14) geschaltet ist.

296008 66

19.01.96
1/4

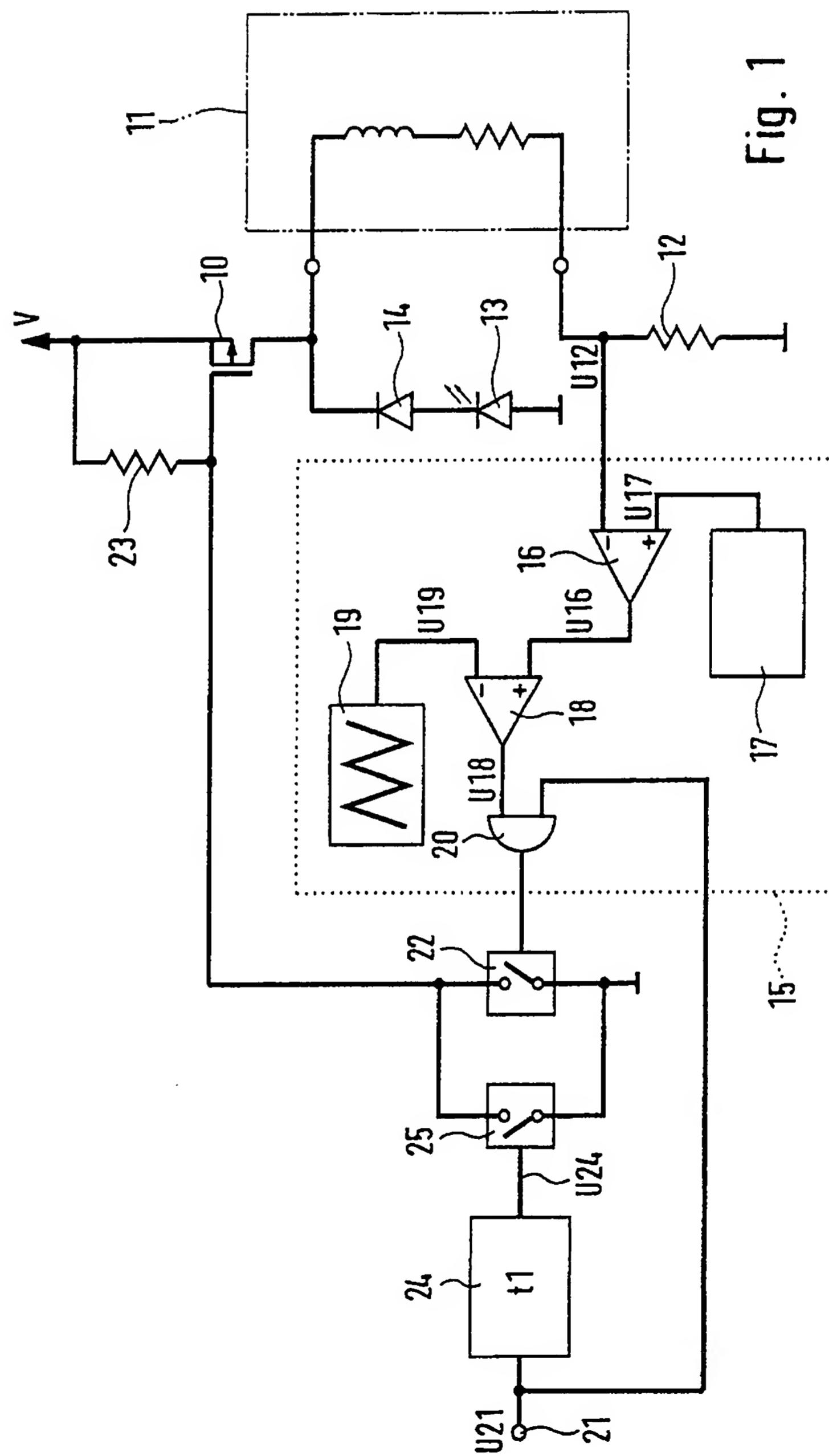


Fig. 1

296008 66

19.01.96

2 / 4

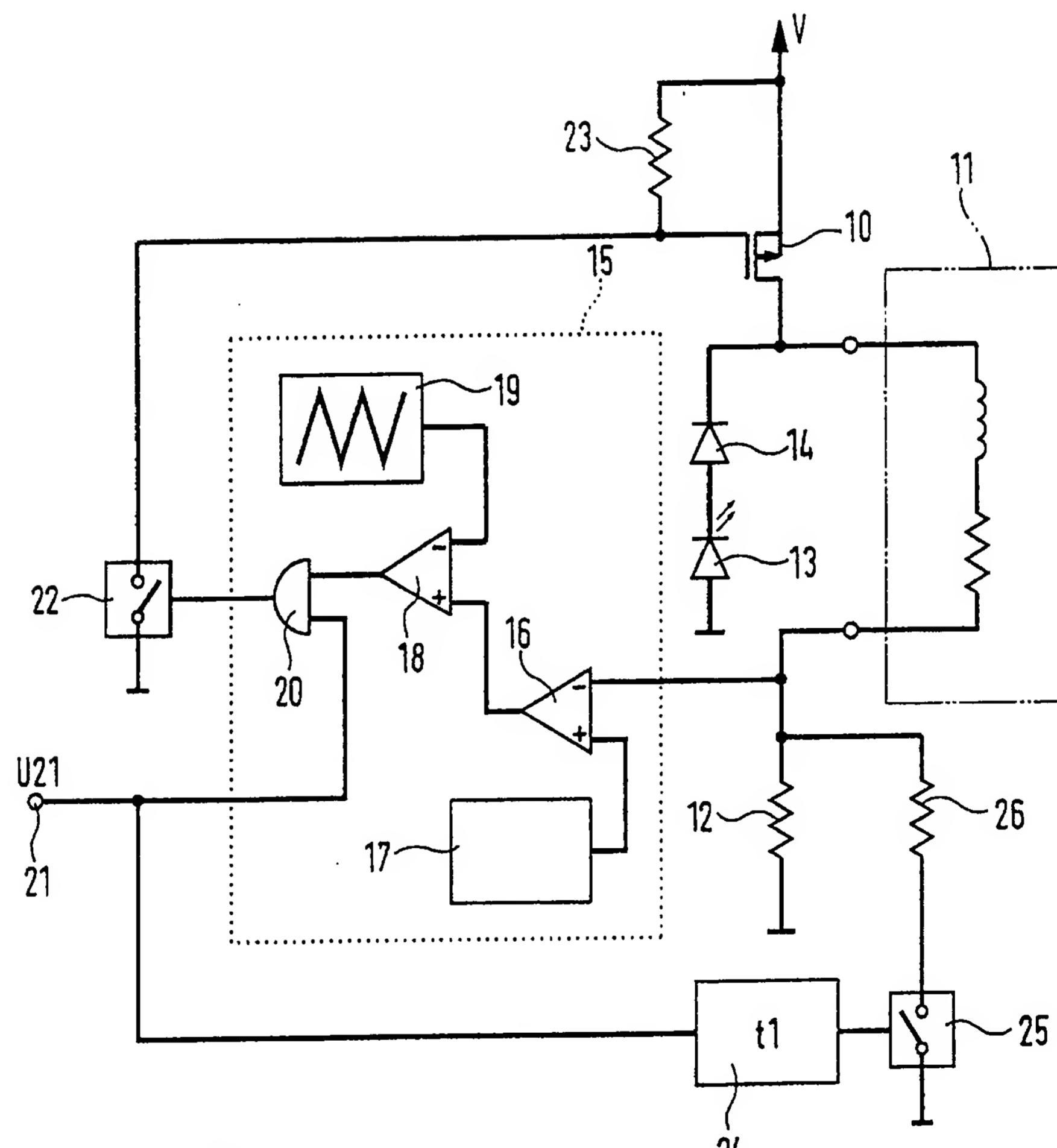


Fig. 2

296006 66

19.01.96
3 / 4

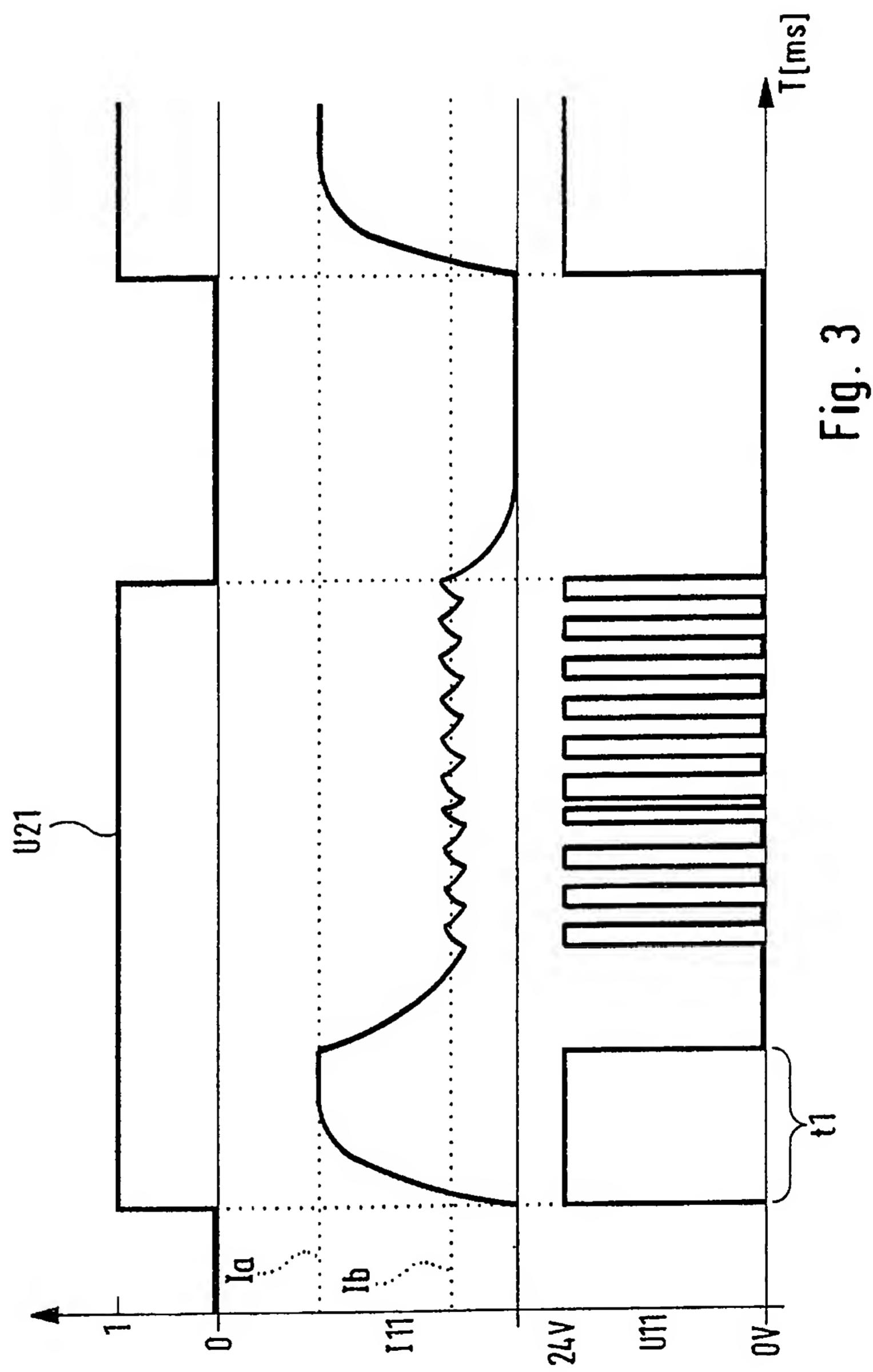
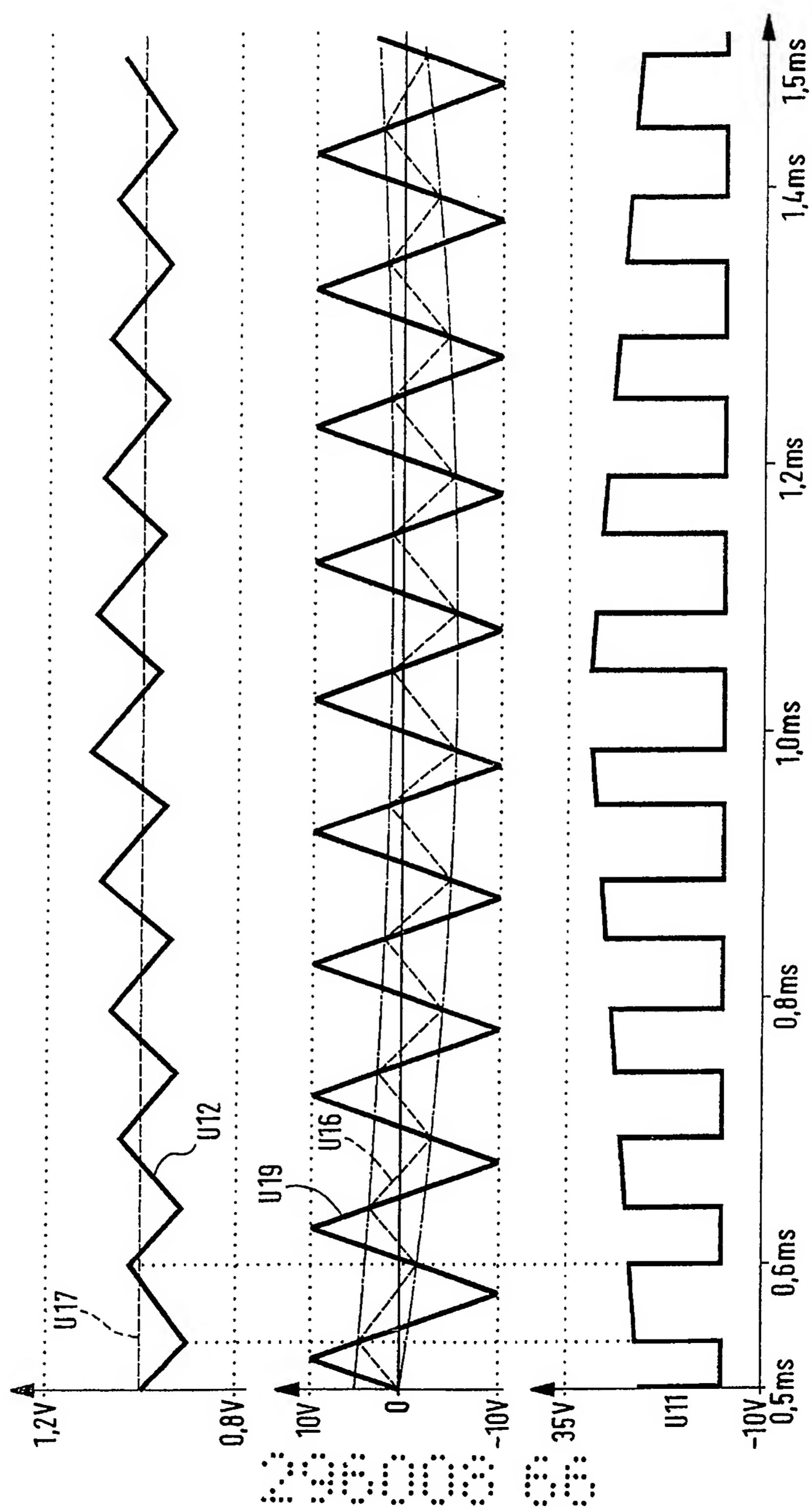


Fig. 3

296008 66

19.01.96

4/4



EM coil for valves with temp. compensating resistor - has sec. winding parallel to resistor arranged on body of main coil and driven in opposite sense**Publication number:** DE4205563**Publication date:** 1993-08-26**Inventor:** BUSE WERNER (DE); KURTH GUIDO (DE)**Applicant:** PIERBURG GMBH (DE)**Classification:****- international:** *B60T8/36; H01F7/18; B60T8/36; H01F7/08; (IPC1-7): F16K31/06; H01F7/18***- European:** B60T8/36; H01F7/18**Application number:** DE19924205563 19920222**Priority number(s):** DE19924205563 19920222**[Report a data error here](#)****Abstract of DE4205563**

The electromagnetic spool for valves has temperature compensation circuitry including a temperature dependent resistor (NTC) in the current line. A secondary coil (5) is connected in parallel with the resistor (NTC). This coil (5) is arranged on the body of the main coil (2) and is driven in the opposite sense to the main one (2). The resistor (NTC) and both coils are pref. formed as a single component encased in plastics material. USE/ADVANTAGE - For proportional valves operated, e.g. by pulse-driven e.m. coils for pressure or through controls used for electric pressure transducers to control turbo exhaust gas flow valves. Provides almost constant magnetic force over wide temp. range.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide